

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
14 décembre 2000 (14.12.2000)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 00/75995 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>:  
H01L 27/142, G01N 33/487, 33/00

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement): BRUEL,  
Michel [FR/FR]; Presvert N° 9, F-38113 Veurey (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/01506

(74) Mandataire: WEBER, Etienne; Brevatome, 3, rue du  
Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international: 31 mai 2000 (31.05.2000)

(81) États désignés (national): JP, US.

(25) Langue de dépôt: français

(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH,  
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,  
SE).

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:  
99/06949 2 juin 1999 (02.06.1999) FR

Publiée:

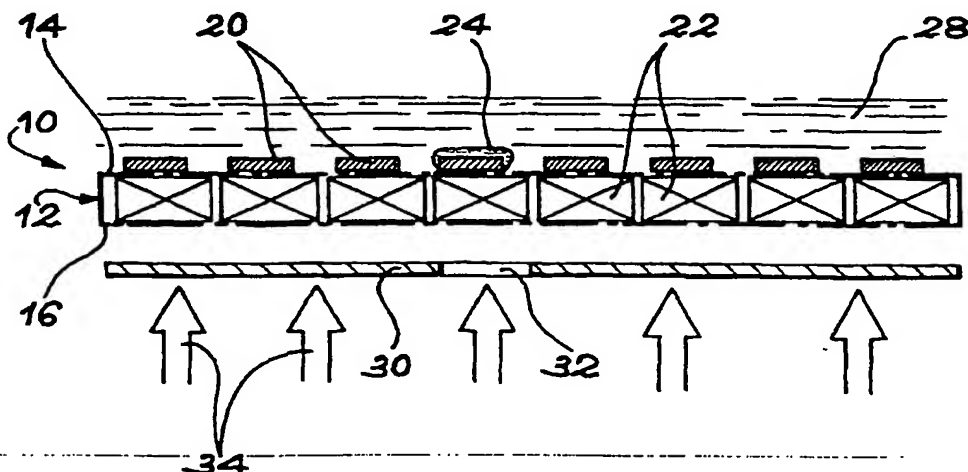
— Avec rapport de recherche internationale.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];  
31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.

(54) Title: CHIP AND METHOD FOR FITTING OUT A CHIP COMPRISING A PLURALITY OF ELECTRODES

(54) Titre: PUCE ET PROCEDE DE GARNITURE D'UNE PUCE COMPRENANT UNE PLURALITE D'ELECTRODES



(57) Abstract: A chip comprising a support (40, 44) and electrodes (20) which are disposed on a surface (14) of said support, a plurality of electric generators (22) which are integrated into said support and connected to a plurality of said electrodes. The generators can be activated by means of a light beam. The invention can be used for biological and chemical analyses.

(57) Abrégé: Puce comprenant : un support (40, 44), et des électrodes (20) agencées en une surface (14) du support, une pluralité de générateurs électriques (22), intégrés dans le support et connectés à une pluralité desdites électrodes. Les générateurs peuvent être activés notamment au moyen d'un faisceau lumineux. Application aux analyses biologiques et chimiques.

WO 00/75995 A1

**PUCE ET PROCEDE DE GARNITURE D'UNE PUCE COMPRENANT UNE  
PLURALITE D'ELECTRODES**

Domaine technique

5           La présente invention concerne une puce comprenant une pluralité d'électrodes et un procédé de garniture d'une telle puce.

          Dans le cadre de l'invention, et par analogie avec le sens donné au mot dans le domaine de la micro-  
10 électronique, on désigne par "puce" un élément solide de petite taille présentant au moins une face principale avec un ou plusieurs éléments ou composants fonctionnels. Les dimensions typiques d'une puce peuvent être par exemple de 1cmx1cmx0,1cm.

15           Les composants de la puce sont dans le cas de l'invention des plots ou des électrodes fonctionnalisés et disposés, par exemple, selon un réseau orthogonal régulier.

          L'invention trouve des applications dans le  
20 domaine des capteurs biologiques ou chimiques. Les électrodes sont alors individuellement fonctionnalisées, en étant garnies d'un réactif capable de réagir avec une molécule chimique donnée ou capable de fixer une matière biologique donnée telle qu'un brin  
25 d'ADN par exemple.

          Les différentes électrodes d'une même puce peuvent être garnies de réactifs différents susceptibles de réagir avec différentes molécules ou avec différents types de brins d'ADN. Ces molécules ou  
30 matière biologique sont alors désignées par "cible" chimique ou biologique.

Les puces dont les électrodes sont garnies de différentes sondes biologiques, c'est-à-dire de réactifs sensibles à des cibles biologiques, sont encore désignées par "biopuces".

5 L'invention trouve également des applications dans la réalisation d'éléments d'identification ou de calibration. Dans ce cas, les électrodes sont sélectivement garnies d'isotopes stables de métaux tels que le fer, le nickel ou le cobalt.

10

#### Etat de la technique antérieure

Parmi les différentes techniques généralement mises en oeuvre pour garnir les électrodes des puces ou des biopuces, on distingue en particulier des techniques qui font appel à un adressage électrique des électrodes. L'adressage électrique permet de provoquer sélectivement la formation d'un dépôt de garniture sur les électrodes adressées.

20 A cet effet, la puce est successivement mise en contact avec un ou plusieurs milieux, en particulier des électrolytes, et la formation du dépôt de garniture est initiée en appliquant une tension de polarisation aux électrodes sélectionnées.

25 A titre d'alternative, la formation du dépôt de garniture peut aussi résulter d'un courant électrolytique que l'on fait circuler à travers le milieu, depuis les électrodes sélectionnées vers une ou plusieurs contre-électrodes.

Pour des raisons de simplification, on désignera les tensions appliquées aux électrodes ou les courants électrolytiques initiés à partir des

30

électrodes par tension et courant "de polarisation" dans la suite du texte.

Une illustration des techniques mentionnées ci-dessus est donnée par le document FR-A-2 754 276 ou par  
5 le document FR-A-2 741 476 qui concerne un procédé de réalisation collective de puces avec des électrodes sélectivement recouvertes par un dépôt.

L'adressage électrique des électrodes a généralement lieu par l'intermédiaire d'une pluralité  
10 de bornes d'adressage ménagées par exemple sur un bord de la puce et reliées électriquement aux électrodes par des lignes de connexion enterrées dans le substrat de la puce.

Lorsque le nombre d'électrodes à la surface de  
15 la puce est faible chaque borne d'adressage peut être reliée individuellement à une électrode.

Cependant, lorsque le nombre d'électrodes est élevé, un réseau de connexion complexe et un système de multiplexage des commandes électriques d'adressage est  
20 nécessaire pour la polarisation sélective et individuelle de chaque électrode.

La complexité du système d'adressage augmente considérablement le prix des puces et multiplie le taux de puces défectueuses en raison d'une connexion interne  
25 défaillante. Ainsi, un test de bon fonctionnement s'impose à différents stades de la fabrication des puces pour éliminer à chaque fois les puces défectueuses.

Le rendement de fabrication des puces et leur  
30 coût en sont affectés.

Exposé de l'invention

La présente invention a pour but de proposer une puce perfectionnée permettant un garnissage sélectif des électrodes tout en évitant les difficultés  
5 mentionnées ci-dessus.

Un but est en particulier d'appliquer aux électrodes des tensions ou des courants de polarisation sans faire appel à un réseau complexe d'adressage électronique et à des systèmes de multiplexage.

10 Un but est encore de proposer une puce pouvant comporter un nombre très élevé d'électrodes et dont la fabrication est fiable et économique.

Un but est enfin de proposer un procédé de garnissage d'une telle puce qui soit simple à mettre en  
15 oeuvre.

Pour atteindre ces buts, l'invention a plus précisément pour objet une puce comprenant :

- un support,
- des électrodes agencées en une surface du support,  
20 et
- une pluralité de générateurs électriques, intégrés dans le support et connectés à une pluralité desdites électrodes, de façon que chaque électrode ne soit connectée qu'à un seul générateur.

25 Les électrodes peuvent avantageusement être séparées les unes des autres de façon à former soit des microcuvettes, soit des structures saillantes dites "mésa".

On entend par.. générateurs électriques des  
30 composants susceptibles de fournir une tension ou un courant électrique en réponse à une sollicitation

extérieure, notamment thermique, lumineuse ou mécanique appliquée à la puce.

En particulier, les générateurs utilisés pour la réalisation de la puce de l'invention peuvent être  
5 des générateurs thermoélectriques, photovoltaïques ou piézo-électrique.

Chaque générateur est de préférence localisé dans le support au voisinage d'une ou de plusieurs électrodes auxquelles il est connecté.

10 Dans une réalisation particulière de la puce, le support de la puce peut comprendre un substrat transparent pour l'activation des générateurs électriques au moyen d'au moins un faisceau de lumière.

Le matériau du substrat est choisi pour être  
15 transparent notamment à la longueur d'onde ou à la plage de longueurs d'onde d'un faisceau d'insolation que l'on utilise pour éclairer ou pour chauffer sélectivement un ou plusieurs générateurs électriques.

Lorsque les générateurs sont de type  
20 photovoltaïque, chaque générateur peut comporter au moins une jonction de semi-conducteurs avec une première région d'un premier type de conductivité relié à au moins une électrode et une deuxième région d'un deuxième type de conductivité reliée à une contre-  
25 électrode.

Les deux régions forment entre elles la jonction. Elles peuvent être formées par dopage d'une couche de silicium monocristallin ou polycristallin.

~~Ces générateurs, sous forme de cellules~~  
30 photovoltaïques, peuvent également être réalisés à partir d'autres matériaux tels que le silicium amorphe

hydrogéné, l'arséniure de gallium, le germanium, le carbure de silicium, ou le phosphure d'indium, par exemple. Le choix du matériau semi-conducteur détermine la hauteur de la bande interdite et permet de fixer ainsi la tension nominale du générateur. Il permet aussi de fixer les propriétés d'absorption optique et donc la gamme de longueur d'onde d'excitation des générateurs. Le tableau I ci-après donne les valeurs de la bande interdite (Gap) de la tension à courant nul ( $V_{co}$ ) et le courant de court-circuit ( $I_{sc}$ ) permis par les principaux matériaux, utilisés seuls ou en combinaison, pour la réalisation des générateurs. On entend par utilisation en combinaison la mise en série de deux jonctions photovoltaïques telles que GaInP/GaAs).

**TABLEAU I**

	Gap	$V_{co}$ (mV)	$I_{sc}$ (mA/cm <sup>2</sup> )
Si monocristallin	1,1	709	40,9
Si polycristallin	1,1	636	36,5
a-Si:H	1,6	887	19,4
CdTe	1,45	843	25,1
CIS (CuInSe <sub>2</sub> )	1,17	641	35,8
AsGa massif	1,4	1022	8,2
GaInP/GaAs multijonctions)		2488	14,2

Une ou plusieurs contre-électrodes peuvent être prévues pour faire circuler un courant électrolytique à travers un milieu contenant le matériau de dépôt. Elles peuvent être formées sur le même support ou être

séparées du support mais connectées électriquement aux générateurs électriques.

Les puces de l'invention peuvent être autonomes ou associées en un système d'une pluralité de puces adjacentes, formées par exemple sur une même tranche de matériau semi-conducteur.

L'invention concerne également un procédé de garniture d'une puce telle que décrite ci-dessus, comprenant un ou plusieurs générateurs. Conformément au procédé, on met en contact les électrodes avec un milieu susceptible de former un dépôt sous l'application d'une tension et/ou d'un courant de polarisation et on active sélectivement au moins un générateur électrique pour provoquer sélectivement une polarisation d'au moins une électrode reliée audit générateur. Les générateurs sont activés par des moyens extérieurs à la puce, tels que, par exemple, un faisceau de lumière ou un faisceau d'électrons.

Lorsque le générateur est un générateur photovoltaïque sensible à la lumière, on choisit de préférence un faisceau de lumière visible ou UV tandis que lorsque le générateur est thermoélectrique, on peut choisir aussi bien un faisceau de lumière visible ou UV qu'infrarouge.

Selon une mise en oeuvre particulière du procédé, on peut appliquer le faisceau de lumière au moyen d'une source de lumière comprenant une pluralité de sources de lumière individuelles agencées de façon à coïncider respectivement avec ladite pluralité de générateurs électriques de la puce. Le milieu susceptible de former un dépôt, peut être un milieu



fluide, en particulier liquide, ou éventuellement une poudre.

Dans cette mise en oeuvre particulière, les électrodes de la puce sont agencées de préférence selon un réseau orthogonal sensiblement régulier qui coïncide avec une barrette ou une matrice de diodes électroluminescentes ou de diodes laser utilisées comme sources individuelles. Les sources individuelles peuvent être montées dans un support, équipé éventuellement d'un réseau de microlentilles ajustées aux sources et sur lequel peut être déposé une puce, ou un ensemble de puces, pour l'adressage lumineux des générateurs.

Selon une variante, on peut également appliquer le faisceau de lumière à partir d'une source de lumière étendue et par l'intermédiaire d'un masque d'insolation. Le masque présente alors des ouvertures coïncidant sélectivement avec des générateurs électriques à activer.

Un tel procédé d'insolation est particulièrement simple à mettre en oeuvre dans la mesure où il fait appel à des techniques connues dans le domaine de la photolithographie pour la réalisation de puces électroniques.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, en référence aux figures des dessins annexés. Cette description est donnée à titre purement illustratif et non limitatif.

30

Brève description des figures

- La figure 1 est une représentation schématique simplifiée d'une puce conforme à l'invention et illustre le procédé de garnissage d'électrodes de la puce.

5       - La figure 2 est une coupe schématique agrandie d'une partie d'une puce conforme à l'invention comprenant des générateurs photovoltaïques, et correspondant à un premier exemple de réalisation.

10       - La figure 3 est une coupe schématique agrandie d'une partie d'une puce conforme à l'invention comprenant des générateurs photovoltaïques, et correspondant à un deuxième exemple de réalisation.

15       - La figure 4 est une coupe schématique agrandie d'une partie d'une puce conforme à l'invention comprenant des générateurs photovoltaïques, et correspondant à un troisième exemple de réalisation selon une structure dite "méssa". . . .

20       - La figure 5 est une coupe schématique agrandie d'une partie d'une puce conforme à l'invention, correspondant à un quatrième exemple de réalisation dans lequel les générateurs comportent deux cellules photovoltaïques en série.

25       - La figure 6 est une coupe schématique agrandie d'une partie d'une puce conforme à l'invention comprenant des générateurs photovoltaïques, et correspondant à un cinquième exemple de réalisation dans lequel les générateurs comportent deux cellules photovoltaïques en cascade.

30       - La figure 7 est une coupe schématique agrandie d'une partie d'une puce conforme à l'invention

comprenant des générateurs photovoltaïques, et correspondant à un sixième exemple de réalisation.

5 Description détaillée de modes de mise en oeuvre de l'invention

La figure 1 montre une puce 10 comprenant un support 12 dont une première face 14, appelée face principale dans la suite du texte, est pourvue d'une pluralité d'électrodes 20.

10 Les électrodes sont électriquement isolées les unes des autres et disposées sous la forme d'une matrice ou d'un réseau orthogonal régulier.

On observe que, sous chaque électrode, se trouve un générateur électrique 22, intégré dans le support 12, et connecté à ladite électrode.

Dans les exemples décrits en référence aux figures, les générateurs électriques 22 sont des générateurs photovoltaïques, par exemple du type des photopiles solaires, et sont susceptibles de fournir un courant en réponse à une sollicitation lumineuse.

Il convient de préciser que les générateurs peuvent, dans d'autres mises en oeuvre, être remplacés par des générateurs thermoélectriques, par exemple.

Sur la figure 1, les électrodes 20 sont en contact avec un milieu 28, tel que par exemple une solution de monomères de pyrrole susceptible de former un dépôt de garniture en réponse à un potentiel (courant) électrique.

Dans l'exemple illustré, on ne souhaite former  
30 de dépôt de garniture 24 que sur l'une des électrodes 20.

La formation du dépôt est provoquée par l'application d'une lumière d'activation de façon sélective sur le générateur électrique précisément relié à l'électrode concernée.

5           La lumière, fournie par une source lumineuse non représentée, est dirigée vers la face arrière 16 du support 12 par l'intermédiaire d'un masque. Le masque 30 présente une ouverture 32 de façon à ne laisser passer la lumière qu'en direction du générateur  
10 électrique sélectionné, tout en protégeant les autres générateurs. Sur la figure, la lumière est représentée avec des flèches 34.

Le choix du masque et plus précisément la répartition des ouvertures du masque permet de  
15 sélectionner aisément les électrodes dont les générateurs associés sont activés et sur lesquelles un dépôt est formé.

L'association directe d'une électrode à chaque générateur permet de faciliter la sélection et réduit  
20 au minimum les contraintes liées aux connexions internes. Le générateur peut être disposé sous, ou à proximité, de l'électrode correspondante. La puce est ainsi particulièrement économique et fiable.

Cependant, on peut aussi associer plusieurs  
25 électrodes à un même générateur, ce dernier pouvant être soit sous les électrodes, soit à proximité de celles-ci.

Par ailleurs, les techniques d'insolation  
localisée à travers un masque sont largement éprouvées  
30 dans le domaine de la fabrication des composants

électroniques et s'avèrent adaptées à la présente application.

On peut également utiliser un masque présentant des motifs de transmission commandables et adressables sélectivement tel que les masques à cristaux liquides  
5 utilisés par exemple dans les écrans plats.

La figure 2 montre à plus grande échelle la structure d'une réalisation particulière d'une puce conforme à l'invention. Sur cette figure, de même que  
10 sur les figures suivantes, des éléments identiques ou similaires à ceux déjà décrits portent les mêmes références.

On observe que le support 12 comporte un substrat de verre 40 qui forme la face arrière 16. Le  
15 substrat de verre assure la rigidité de la puce et est choisi pour son caractère transparent à une lumière d'activation susceptible d'être appliquée à la puce par la face arrière.

Le substrat de verre 40 est recouvert sur sa  
20 face opposée à la face arrière 16, d'une couche 42 de matériau conducteur transparent, puis d'une couche 44 de semi-conducteur.

La couche de matériau conducteur transparent 42 est par exemple une couche d'oxyde d'indium-étain  
25 (ITO), tandis que la couche de semi-conducteur peut être du silicium.

D'autres matériaux semi-conducteurs et en particulier ceux suggérés dans le tableau I peuvent  
être utilisés en remplacement du silicium.

30 Une pluralité de cellules photovoltaïques sont formées dans la couche 44. Chaque cellule est

respectivement associée et connectée à une électrode 20.

Les cellules photovoltaïques sont respectivement formées d'une première région 46 d'un premier type de conductivité respectivement en contact avec l'électrode 20 associée et d'une deuxième région 48 entourant la première région 46, d'un deuxième type de conductivité.

Les première et deuxième régions, respectivement, par exemple du type N<sup>+</sup> et P, forment une jonction photovoltaïque susceptible de fournir un courant lorsqu'elle est éclairée. Elles sont formées par dopage de la couche de silicium 44.

Une troisième région dopée 50, commune à toutes les cellules photovoltaïques est également du deuxième type de conductivité mais présente une concentration d'impuretés dopantes supérieure à celle de la deuxième région 48 de chaque cellule. Dans l'exemple décrit, les première, deuxième et troisièmes régions sont respectivement du type N<sup>+</sup>, P et P<sup>+</sup>.

La troisième région 50 s'étend au-dessus de la couche conductrice transparente 42 et relie électriquement les deuxièmes régions des cellules photovoltaïques à au moins une contre-électrode 52. La troisième région forme à cet effet un passage 51 qui traverse la deuxième région dopée pour venir en contact avec la contre-électrode.

La contre-électrode 52, tout comme les électrodes 20, sont formées par des plots conducteurs, par exemple en aluminium (éventuellement recouvert d'or), disposés sur la première face 14 du support.

Les électrodes sont mutuellement isolées, et isolées des contre-électrodes, au moyen de pavés 54 d'oxyde de champ formés à la surface de la couche semi-conductrice 44. Ces pavés s'étendent au moins en partie  
5 dans cette couche.

La couche conductrice transparente, en ITO, est destinée à améliorer la conduction de la troisième région dopée 50 dans un plan s'étendant sous l'ensemble des cellules photovoltaïques.

10 Dans une réalisation simplifiée, on n'utilise pas la couche conductrice transparente de façon à n'avoir que la troisième région dopée.

Une telle réalisation simplifiée est illustrée par la figure 3. La réalisation de la figure 3 se  
15 distingue en outre de celle de la figure 2 par le fait que la puce est associée à une contre-électrode 53, séparée de la puce, est reliée par un fil conducteur 55 à une borne de connexion 56, en contact électrique avec la troisième région dopée 50.

20 Alors que les figures 1 à 3 concernent des puces avec des électrodes de type "planar", c'est-à-dire des puces dont la face supérieure 14 est sensiblement plane ou sous la forme de microcuvettes, la figure 4 montre une variante dans laquelle les  
25 électrodes 20 font saillie par rapport à la surface de la puce. La structure de la puce illustrée par la figure 4 est dite structure "mésa".

La structure "mésa" présente les mêmes couches et parties que celles décrites en référence aux figures  
30 2 et 3, et on peut se reporter à ce sujet à la description qui précède.

On observe toutefois qu'une partie de la couche semi-conductrice a été gravée entre les électrodes 20 de façon à éliminer localement la deuxième région de la couche semi-conductrice et de façon à pouvoir former directement les contre-électrodes 52 sur la troisième région dopée 50. La troisième région 50 qui s'étend au-dessus de la couche conductrice transparente, est désormais dépourvue des passages 51 traversant la deuxième région dopée de la façon représentée à la figure 2.

Par retour à la figure 4, on observe que les flancs latéraux des portions de deuxième région dopée 48, sont recouvertes d'une protection d'oxyde 58. Une des fonctions essentielles de l'oxyde est d'isoler électriquement les électrodes 20 sur les parties saillantes et les contre-électrodes 52 dans les dépressions.

La figure 5 montre une réalisation de la puce dans laquelle chaque générateur électrique de chaque électrode comprend deux cellules photovoltaïques en série, disposées côte à côte.

Sur la figure, les première, deuxième et troisième régions dopées d'une première cellule portent les références 46a, 48a et 50a. Ces régions correspondent respectivement aux régions 46, 48 et 50 déjà décrites en référence à la figure 2. Une deuxième cellule comporte des régions correspondantes qui portent, par analogie, les références 46b, 48b, 50b.

Les deux cellules sont électriquement isolées entre elles et sont isolées des cellules des électrodes voisines par des cloisons isolantes 60, par exemple, en



oxyde de silicium. Les cloisons 60 s'étendent depuis la surface 14 jusqu'au substrat de verre 40 et forment avec le substrat de verre 40 des caissons isolés contenant chacun une cellule photovoltaïque à jonction.

5           On observe que seule la première zone dopée 46a de la première cellule est en contact avec une électrode 20. La deuxième région dopée 48a de la première cellule est reliée la première région dopée 46b de la deuxième cellule par l'intermédiaire de la  
10 troisième région dopée 50a de la première cellule et par l'intermédiaire d'une piste conductrice 62. La piste conductrice est encapsulée par une couche d'oxyde afin de ne pas venir en contact avec un électrolyte ou un autre milieu appliqué aux électrodes.

15           La deuxième région dopée 48b de la deuxième cellule est reliée à une contre-électrode 52 par l'intermédiaire de la troisième région dopée 50b de la deuxième cellule. Ainsi, la structure du générateur comprend deux diodes ou jonctions photovoltaïques en  
20 série entre une électrode et une contre-électrode.

La figure 6 montre une autre réalisation particulière dans laquelle le générateur associé à une électrode 20 comprend deux cellules photovoltaïques empilées.

25           La première cellule comprend des première et deuxième régions 46a, 48a formant une jonction. La deuxième cellule, située sous la première, comprend également une première et une deuxième régions, 46b et 48b, formant une jonction.

30           La deuxième région 48a de la première cellule est connectée à la première région 46b de la deuxième

cellule par l'intermédiaire d'une couche conductrice transparente 43 en ITO.

La deuxième région 48b de la deuxième cellule est reliée électriquement à la contre-électrode 52 par l'intermédiaire d'une troisième région dopée 50 qui s'étend sur le substrat de verre et forme un passage 51 à travers les autres régions semi-conductrices et à travers la couche 43 d'ITO.

Dans l'exemple décrit, la troisième région 50 est en silicium de type P<sup>+</sup>, les premières régions 46a, 46b des cellules sont en silicium de type N<sup>+</sup> et les deuxièmes régions 48a, 48b sont en silicium de type P.

On observe que des pavés 54 d'isolation de champ séparent l'électrode 20 de la contre-électrode 52 et sont prolongées par des cloisons 60 qui peuvent s'étendre jusqu'à la troisième région dopée 50 pour isoler latéralement les jonctions des cellules photovoltaïques.

On observe par ailleurs que la structure de l'électrode 20 est telle qu'elle constitue une plage circulaire qui entoure la contre-électrode 52 disposée au centre. Cette structure peut être retenue aussi dans les autres modes de réalisation décrits précédemment.

La figure 7 illustre une deuxième réalisation possible d'une électrode de la puce associée à un générateur électrique à jonction simple.

La structure de la figure 7 se distingue des structures précédemment décrites essentiellement par le fait que l'électrode 20 est décalée par rapport à la jonction photovoltaïque.

Une première région dopée ( $N^+$ ) 46 de la jonction est électriquement reliée à l'électrode par l'intermédiaire d'un conducteur électrique 72, isolé de l'environnement par une couche d'oxyde 74.

5 Une deuxième région dopée (P) 48 formant une jonction avec la première région, est connectée à une contre-électrode 52 par l'intermédiaire d'une troisième région dopée 50 ( $P^+$ ) avec une plus forte concentration d'impuretés, par l'intermédiaire d'une couche 42  
10 conductrice transparente d'ITO et par l'intermédiaire d'un puits conducteur métallique 76.

Le puits conducteur métallique 76, dont les flancs sont isolés par des parois d'oxyde 78 est agencé transversalement à travers la deuxième région dopée 48  
15 qui s'étend sous l'électrode 20 jusqu'à la contre-électrode 52. Le puits connecte la contre-électrode à la couche conductrice transparente 42 enterrée.

L'électrode 20 est électriquement isolée et séparée de la deuxième région dopée 48 par un pavé  
20 d'oxyde épais 80. Ce pavé évite un court-circuit entre les première et deuxième régions dopées.

La réalisation des structures décrites ci-dessus fait largement appel à des techniques de dopage, de gravure, d'oxydation, de formation de cloisons ou de  
25 vias conducteurs, bien connues dans les domaines de la micro-électronique et de la réalisation de microstructures intégrées. Une description détaillée de ces techniques est par conséquent omise ici.

---

## REVENDICATIONS

1. Puce comprenant :

- un support (40, 44), et
- des électrodes (20) agencées en une surface (14) du support,

5

caractérisé en ce qu'elle comporte en outre :

- une pluralité de générateurs électriques (22),  
intégrés dans le support et connectés à une  
pluralité desdites électrodes, de façon que chaque

10

électrode ne soit connectée qu'à un seul générateur.

2. Puce selon la revendication 1, dans laquelle  
les électrodes sont séparées les unes des autres de  
façon à former des microcuvettes.

15

3. Puce selon la revendication 1, dans laquelle  
les électrodes sont séparées les unes des autres de  
façon à former des structures "mésa".

20

4. Puce selon la revendication 1, dans laquelle  
chaque générateur (22) est respectivement connecté à au  
moins l'une des électrodes.

5. Puce selon la revendications 1, dans  
laquelle les générateurs électriques (22) sont choisis  
parmi des générateurs photovoltaïques, des générateurs  
thermoélectriques ou des générateurs piézo-électriques.

25

6. Puce selon la revendication 1, dans laquelle  
le support de puce comprend un substrat transparent

30

(40) pour l'activation des générateurs électriques au moyen d'au moins un faisceau de lumière.

7. Puce selon la revendication 1, dans laquelle  
5 chaque générateur comprend au moins une jonction de semi-conducteurs avec une première région (46, 46a, 46b) d'un premier type de conductivité relié à au moins une électrode et une deuxième région (48, 48a, 48b) d'un deuxième type de conductivité reliée à une contre-  
10 électrode (52, 53).

8. Puce selon la revendication 7, dans laquelle la deuxième région est reliée à la contre-électrode par l'intermédiaire d'une couche (50, 50a, 50b) de matériau  
15 semi-conducteur du deuxième type de conductivité présentant une concentration d'impuretés dopantes supérieure à celle de ladite deuxième région de la jonction.

20 9. Puce selon l'une des revendications 7 ou 8, dans laquelle la deuxième région est reliée à la contre-électrode (52) par l'intermédiaire d'une couche (42) de matériau transparent conducteur.

25 10. Puce selon la revendication 7, dans laquelle la ou les contre-électrodes (52) sont ménagées sur la surface du support de puce comprenant les électrodes.

30 11. Puce selon la revendication 10, dans laquelle au moins une contre-électrode (53) est séparée

de la puce et reliée électriquement à chaque deuxième région de chaque jonction par l'intermédiaire d'au moins une borne de connexion.

5           12. Puce selon la revendication 1, dans laquelle les électrodes ménagées à la surface du support sont séparées par des pavés (54) d'oxyde de champ et les générateurs électriques sont séparés par des tranchées d'isolation (60) traversant au moins une  
10 couche de semi-conducteur dopé.

          13. Système comprenant une pluralité de puces (10) adjacentes et conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.

15

          14. Procédé de garniture d'une puce conforme à l'une quelconque des revendications précédentes comprenant des générateurs électriques, dans lequel on met en contact les électrodes (20) avec un milieu (28)  
20 susceptible d'y former un dépôt sous l'application d'une tension et/ou d'un courant de polarisation et on active sélectivement au moins un générateur électrique par des moyens extérieurs à la puce pour provoquer sélectivement une polarisation d'au moins une électrode  
25 reliée audit générateur.

          15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel on active au moins un générateur au moyen d'un faisceau de lumière.

30

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel on applique le faisceau de lumière au moyen d'une source de lumière comprenant une pluralité de sources de lumière individuelles agencées de façon à coïncider respectivement avec ladite pluralité de 5 générateurs électriques de la puce.

17. Procédé selon la revendication 15, dans lequel on applique le faisceau de lumière à partir d'une source de lumière étendue et par l'intermédiaire d'un masque d'insolation (30), le masque présentant des ouvertures (32) coïncidant sélectivement avec des 10 générateurs électriques à activer.

18. Procédé selon la revendication 15, dans lequel on applique le faisceau de lumière à partir d'une source de lumière étendue et par l'intermédiaire d'un masque d'insolation à cristaux liquides. 15

19. Procédé selon la revendication 14, dans lequel on active au moins un générateur au moyen d'un faisceau d'électrons. 20

1/4

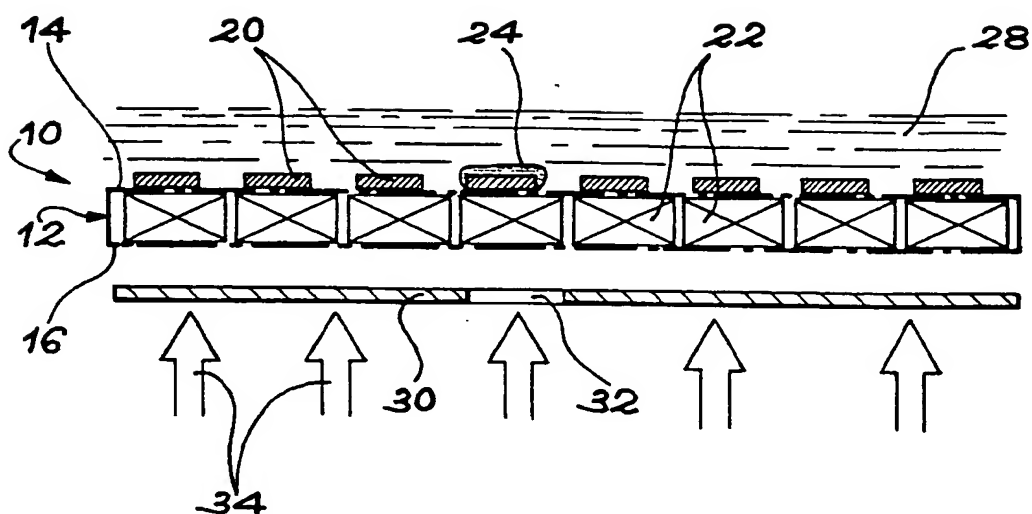


FIG. 1

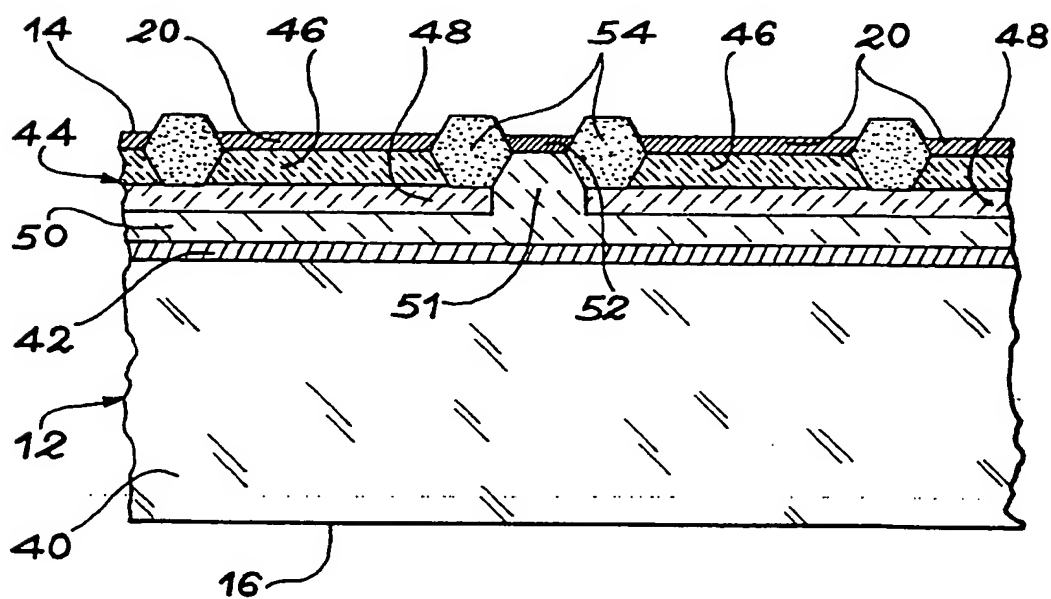


FIG. 2



2/4

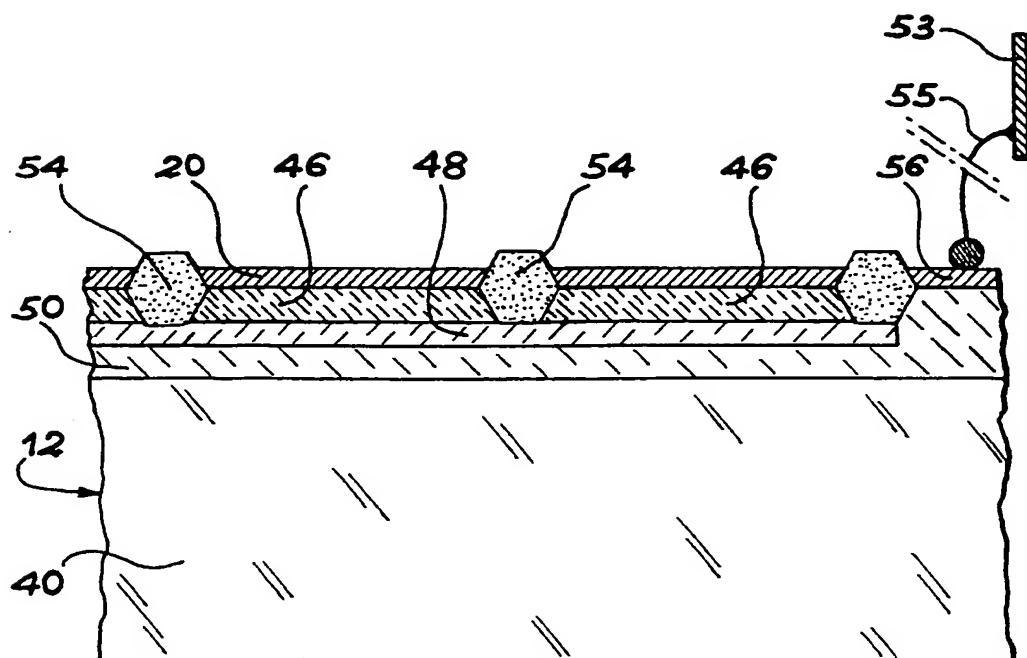


FIG. 3

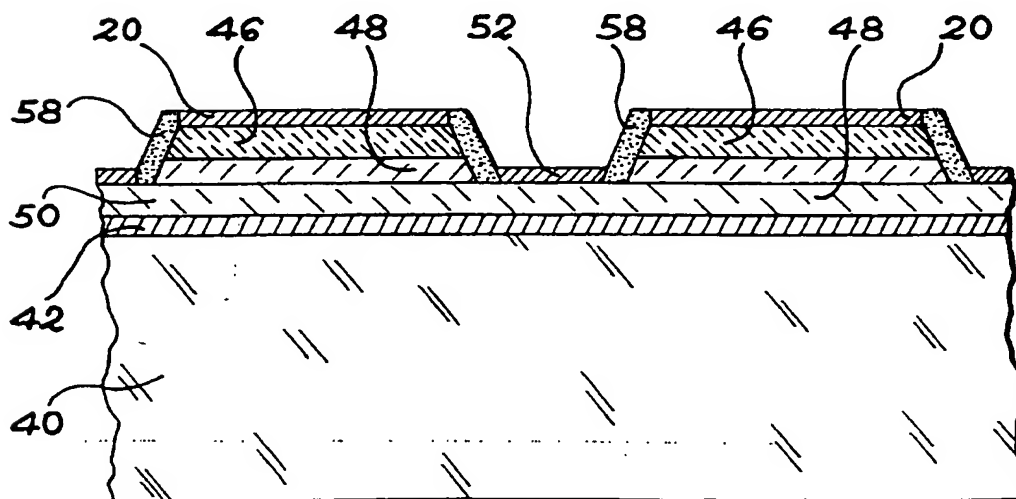


FIG. 4

3/4

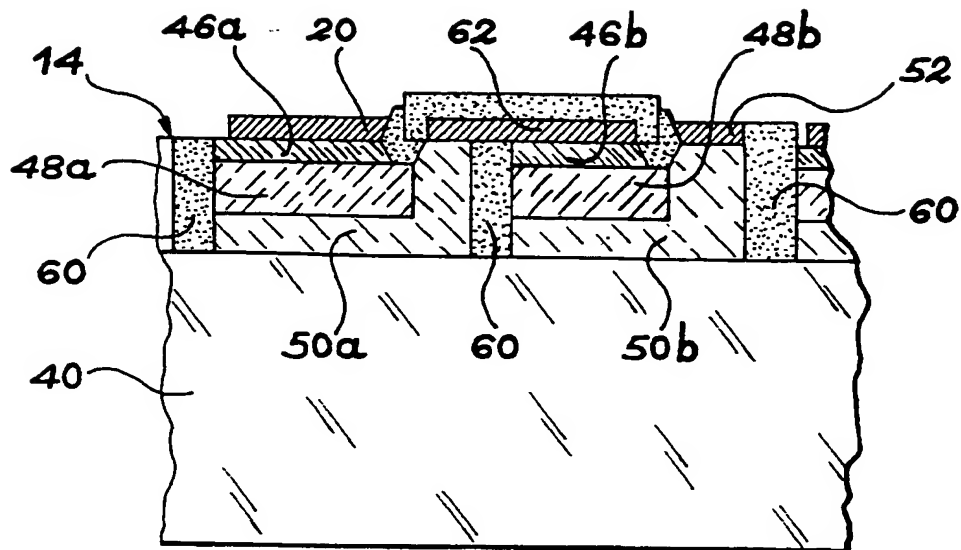


FIG. 5

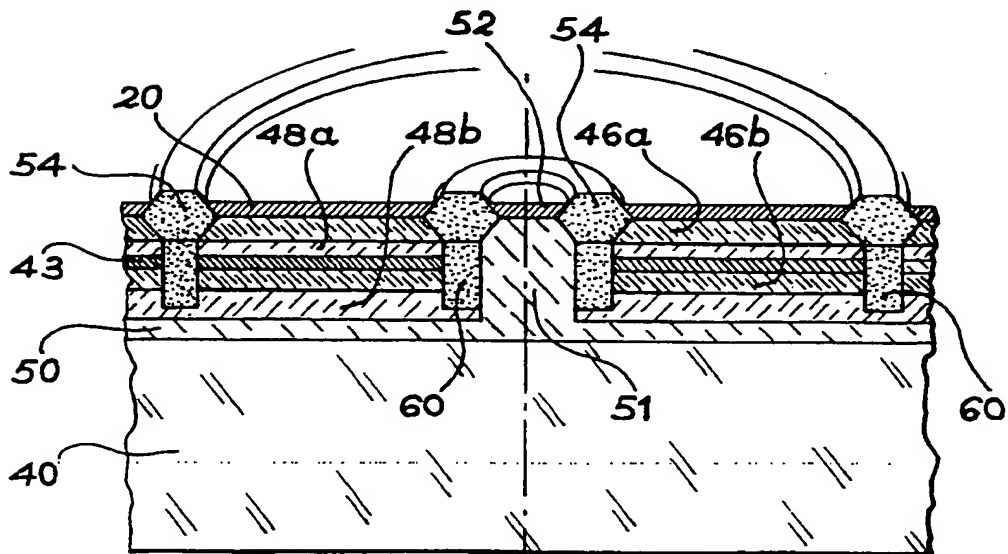


FIG. 6

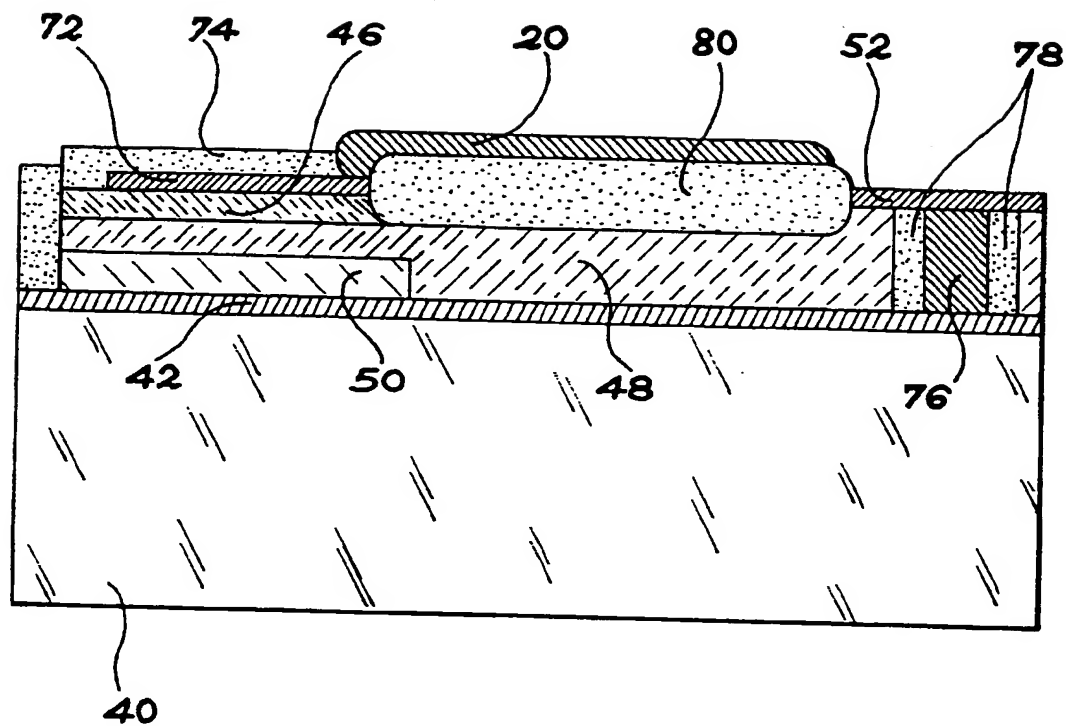


FIG. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/FR 00/01506

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L27/142 G01N33/487 G01N33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 330 918 A (DUBBELDAY WADAD B ET AL) 19 July 1994 (1994-07-19) column 2, line 28 -column 3, line 7; figure 7	1-8, 10, 12, 13
X	ABDUKADYROV M A ET AL: "PROPERTIES OF HIGH-VOLTAGE GAAS-AIGAAS PHOTOCONVERTERS ILLUMINATED THROUGH A WIDE-BAND SUBSTRATE" APPLIED SOLAR ENERGY (GELIOTEKHNKA), US, ALLERTON PRESS INC, NEW YORK, vol. 29, no. 5, 1 January 1993 (1993-01-01), pages 7-11, XP000428633 ISSN: 0003-701X figure 1	1-7, 10, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 August 2000

Date of mailing of the international search report

06/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 eponl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Visentin, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01506

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 15 138 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 22 October 1998 (1998-10-22) column 3, line 64 -column 4, line 39; figure 5	1-5,7, 10,11
A	--- "PHOTOVOLTAIC HYDROGEN SENSOR" NTIS TECH NOTES, US, US DEPARTMENT OF COMMERCE, SPRINGFIELD, VA, 1 July 1989 (1989-07-01), pages 613-614, XP000074003 ISSN: 0889-8464 the whole document	1,5-7, 12,14,15
A	--- KAKEROW R ET AL: "A MONOLITHIC SENSOR ARRAY OF INDIVIDUALLY ADDRESSABLE MICROELECTRODES" SENSORS AND ACTUATORS A, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, vol. A43, no. 1/03, 1 May 1994 (1994-05-01), pages 296-301, XP000454125 ISSN: 0924-4247 the whole document	1,12,14
A	--- FIACCABRINO G C ET AL: "ON CHIP DETECTION OF ELECTROGENERATED CHEMILUMINESCENCE OF RU(BPY) AT PT INTERDIGITATED MICROELECTRODE ARRAYS" INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID-STATE SENSORS AND ACTUATORS. DIGEST OF TECHNICAL PAPERS, US, NEW YORK, NY: IEEE, 16 June 1997 (1997-06-16), pages 171-174, XP000198596 ISBN: 0-7803-3829-4 the whole document	1,5,7, 14,15
A	--- WO 98 14637 A (CLERC JEAN FREDERIC ; COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE (FR)) 9 April 1998 (1998-04-09) the whole document	1-3,14
A	--- EP 0 890 651 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 13 January 1999 (1999-01-13)	
A	--- FR 2 757 949 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 3 July 1998 (1998-07-03)	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/01506

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5330918	A	19-07-1994	NONE	
DE 19715138	A	22-10-1998	WO 9847184 A	22-10-1998
WO 9814637	A	09-04-1998	FR 2754276 A	10-04-1998
			EP 0883699 A	16-12-1998
			JP 2000502406 T	29-02-2000
			US 6036834 A	14-03-2000
EP 0890651	A	13-01-1999	FR 2765967 A	15-01-1999
			JP 11127900 A	18-05-1999
FR 2757949	A	03-07-1998	EP 0948744 A	13-10-1999
			WO 9829740 A	09-07-1998

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dev. : Internationale No

PCT/FR 00/01506

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01L27/142 G01N33/487 G01N33/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 330 918 A (DUBBELDAY WADAD B ET AL) 19 juillet 1994 (1994-07-19) colonne 2, ligne 28 -colonne 3, ligne 7; figure 7	1-8,10, 12,13
X	ABDUKADYROV M A ET AL: "PROPERTIES OF HIGH-VOLTAGE GAAS-AIGAAS PHOTOCONVERTERS ILLUMINATED THROUGH A WIDE-BAND SUBSTRATE" APPLIED SOLAR ENERGY (GELIOTEKHNKA),US,ALLERTON PRESS INC, NEW YORK, vol. 29, no. 5, 1 janvier 1993 (1993-01-01), pages 7-11, XP000428633 ISSN: 0003-701X figure 1	1-7,10, 13



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

30 août 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

06/09/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nt,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Visentin, A

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der. = Internationale No

PCT/FR 00/01506

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 197 15 138 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 22 octobre 1998 (1998-10-22) colonne 3, ligne 64 -colonne 4, ligne 39; figure 5	1-5,7, 10,11
A	"PHOTOVOLTAIC HYDROGEN SENSOR" NTIS TECH NOTES, US, US DEPARTMENT OF COMMERCE. SPRINGFIELD, VA, 1 juillet 1989 (1989-07-01), pages 613-614, XP000074003 ISSN: 0889-8464 le document en entier	1,5-7, 12,14,15
A	KAKEROW R ET AL: "A MONOLITHIC SENSOR ARRAY OF INDIVIDUALLY ADDRESSABLE MICROELECTRODES" SENSORS AND ACTUATORS A, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, vol. A43, no. 1/03, 1 mai 1994 (1994-05-01), pages 296-301, XP000454125 ISSN: 0924-4247 le document en entier	1,12,14
A	FIACCABRINO G C ET AL: "ON CHIP DETECTION OF ELECTROGENERATED CHEMILUMINESCENCE OF RU(BPY) AT PT INTERDIGITATED MICROELECTRODE ARRAYS" INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID-STATE SENSORS AND ACTUATORS. DIGEST OF TECHNICAL PAPERS, US, NEW YORK, NY: IEEE, 16 juin 1997 (1997-06-16), pages 171-174, XP000198596 ISBN: 0-7803-3829-4 le document en entier	1,5,7, 14,15
A	WO 98 14637 A (CLERC JEAN FREDERIC ; COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE (FR)) 9 avril 1998 (1998-04-09) le document en entier	1-3,14
A	EP 0 890 651 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 13 janvier 1999 (1999-01-13)	
A	FR 2 757 949 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 3 juillet 1998 (1998-07-03)	



**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Den  $\geq$  Internationale No

PCT/FR 00/01506

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5330918 A	19-07-1994	AUCUN	
DE 19715138 A	22-10-1998	WO 9847184 A	22-10-1998
WO 9814637 A	09-04-1998	FR 2754276 A	10-04-1998
		EP 0883699 A	16-12-1998
		JP 2000502406 T	29-02-2000
		US 6036834 A	14-03-2000
EP 0890651 A	13-01-1999	FR 2765967 A	15-01-1999
		JP 11127900 A	18-05-1999
FR 2757949 A	03-07-1998	EP 0948744 A	13-10-1999
		WO 9829740 A	09-07-1998